



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kazushi SATO, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/725,061

EXAMINER:

FILED: December 2, 2003

FOR: METHOD AND APPARATUS FOR COMPENSATING FOR MOTION PREDICTION

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**:
Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2002-350138	December 2, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073
Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26, 803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 2 日

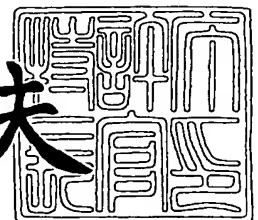
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 5 0 1 3 8
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 5 0 1 3 8]

出 願 人
Applicant(s): ソニー株式会社

2 0 0 3 年 9 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0290698502

【提出日】 平成14年12月 2日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H04N 7/26

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー株式会社内

 【氏名】 佐藤 数史

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー株式会社内

 【氏名】 矢ヶ崎 陽一

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100082740

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田辺 恵基

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 048253

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9709125

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 動き予測補償方法及び動き予測補償装置
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続するフレーム画像のうち処理対象の対象フレーム画像を分割してなる動き補償ブロックごとに、当該動き補償ブロックの画素サイズを順次変更しながら複数の参照フレーム画像を用いて動き予測補償を行う動き予測補償方法において、

上記画素サイズのうち、最上位層とすべき最も大きい上記画素サイズでなる上記動き補償ブロックの画素を間引くことにより、所定の縮小率でなる下位層の縮小ブロックを生成する階層化ステップと、

上記縮小ブロックと、当該縮小ブロックの縮小率に対応してそれぞれ縮小された複数の縮小参照画像とに基づいて、各上記参照フレーム画像内における動きベクトルの探索範囲をそれぞれ決定する探索範囲決定ステップと、

上記探索範囲決定ステップで決定された各上記探索範囲を用いて、上記動き補償ブロックの上記画素サイズを順次変更しながら最適な上記動きベクトルを検出する検出ステップと

を具えることを特徴とする動き予測補償方法。

【請求項 2】

上記探索範囲決定ステップでは、

上記縮小ブロックと、上記縮小参照画像との間における画素値の差分に基づいて上記探索範囲を決定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の動き予測補償方法。

【請求項 3】

上記探索範囲決定ステップでは、

上記縮小参照画像に対して上記縮小ブロックで順次ブロックマッチングを行うことにより、上記縮小ブロック内の画素値と、上記縮小参照画像内であって上記縮小ブロックに対応する対応ブロック内の画素値との間における差分の絶対値和に基づいて上記探索範囲を決定する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の動き予測補償方法。

【請求項 4】

上記探索範囲決定ステップでは、

上記縮小ブロック内の画素値のうち、当該縮小ブロックの水平方向及び垂直方向にそれぞれ 1 画素おきの画素値と、上記対応ブロック内の画素値との間における差分の絶対値和に基づいて上記探索範囲を決定する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の動き予測補償方法。

【請求項 5】

上記探索範囲決定ステップでは、

上記縮小ブロック内の画素値との上記絶対値和が最小となる上記対応ブロックと、上記縮小ブロックとの間における下位層動きベクトルを上記所定の縮小率に対応する分だけ拡大し、当該拡大した下位層動きベクトルを含む周辺画素範囲を上記探索範囲として決定する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の動き予測補償方法。

【請求項 6】

上記探索範囲決定ステップで決定された各上記縮小参照画像内における各上記探索範囲のうち、上記縮小ブロックとの間における画素値の差分が最小となる上記縮小参照画像内における上記探索範囲だけを選択する探索範囲選択ステップを具え、

上記検出ステップでは、

上記探索範囲選択ステップで選択された上記縮小参照画像内における上記探索範囲だけを用いて最適な上記動きベクトルを検出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の動き予測補償方法。

【請求項 7】

上記検出ステップでは、

上記縮小ブロックと上記縮小参照画像との間における画素値の差分と、量子化スケール関数と、上記動きベクトルの差分に対する発生符号量とに基づいて最適な上記動きベクトルを検出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の動き予測補償方法。

【請求項 8】

上記検出ステップでは、

Rate Distortion最適化に基づいて最適な上記動きベクトルを検出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の動き予測補償方法。

【請求項 9】

上記検出ステップでは、

上記動き補償ブロックの上記画素サイズを、大きい画素サイズから小さい画素サイズへ順次変更し、当該変更するごとに上記探索範囲を縮小する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の動き予測補償方法。

【請求項 10】

連続するフレーム画像のうち処理対象の対象フレーム画像を分割してなる動き補償ブロックごとに、当該動き補償ブロックの画素サイズを順次変更しながら複数の参照フレーム画像を用いて動き予測補償を行う動き予測補償方法において、

上記画素サイズのうち、最上位層とすべき最も大きい上記画素サイズでなる上記動き補償ブロックの画素を間引くことにより、所定の縮小率でなる下位層の縮小ブロックを生成する階層化手段と、

上記縮小ブロックと、当該縮小ブロックの縮小率に対応してそれぞれ縮小された複数の縮小参照画像とに基づいて、各上記参照フレーム画像内における動きベクトルの探索範囲をそれぞれ決定する探索範囲決定手段と、

上記探索範囲決定手段により決定された各上記探索範囲を用いて、上記動き補償ブロックの上記画素サイズを順次変更しながら最適な上記動きベクトルを検出する検出手段と

を具えることを特徴とする動き予測補償装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は動き予測補償方法及び動き予測補償装置に関し、例えば動画像信号をインターネット等のネットワークを介して送信する画像符号化装置に適用して好適なものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、画像符号化装置は、外部から供給される動画像信号をデジタル化した後、所定の画像符号化方式に準拠した符号化処理を施すことにより画像圧縮情報を生成するようになされている。

【0 0 0 3】

かかる画像符号化方式としては、I S O / I E C の符号化専門家グループ (M P E G (Moving Picture Experts Group)) により汎用画像の符号化を目的として標準化された M P E G と呼ばれる画像符号化方式と、I T U 団体によりテレビ会議用画像の符号化を目的として標準化された H. 2 6 と呼ばれる画像符号化方式とが知られている。

【0 0 0 4】

また近年における携帯電話機等の携帯端末装置の普及等により、一段と高い符号化効率を実現するための画像符号化方式の必要性が示唆されており、これに対応すべく現在では、M P E G と I T U 団体とによって、J V T (Joint Model of Enhanced-Compression Video Coding) と呼ばれる画像符号化方式 (以下、これを J V T 符号化方式と呼ぶ) の標準化が進められている。

【0 0 0 5】

この J V T 符号化方式においては、動き予測補償を行う場合、縦横 16×16 画素のマクロブロックについて、図 1 6 に示すように、縦横 16×16 画素サイズでなる 1 組の画素ブロック (以下、これを動き補償ブロックと呼ぶ)、縦横 8 ×16 画素サイズでなる 2 組の動き補償ブロック、縦横 16×8 画素サイズでなる 2 組の動き補償ブロック、あるいは縦横 8 ×8 画素サイズでなる 4 組の動き補償ブロックのように 4 種類のサイズパターン (以下、これをマクロブロックモードと呼ぶ) T P 1 ~ T P 4 で動きベクトルを探索することができ、当該マクロブロックモード T P 1 ~ T P 4 に係る動き補償ブロックごとにそれぞれ独立して動きベクトルを持つことが可能である。

【0 0 0 6】

さらにマクロブロックモード T P 4 に係る 4 組の動き補償ブロックについては

、当該4組の補償ブロックそれぞれを、縦横8×8画素サイズでなる1組の動き補償ブロック、縦横4×8画素サイズでなる2組の動き補償ブロック、縦横8×4画素サイズでなる2組の動き補償ブロック、あるいは縦横4×4画素サイズでなる4組の動き補償ブロックのように4種類のサブサイズパターン（以下、これをサブマクロブロックモードと呼ぶ）TP5～TP8で動きベクトルを探索することができ、当該サブマクロブロックモードに係る動き補償ブロックごとにそれぞれ独立して動きベクトルを持つことができる。

【0007】

従ってJVT符号化方式においては、1つのマクロブロックについて、最大16つの動きベクトルを持つことが可能である（例えば非特許文献1参照）。

【0008】

また、JVT符号化方式においては、動き予測補償を行う場合、例えば図17に示すように、複数枚の参照フレーム画像群SFを保持することが可能であり、符号化処理対象の対象フレーム画像OFよりも前（過去）に存在する2以上の参照フレーム画像SF1、SF2及びSF_{n-1}を用いてブロックマッチングを行ったり、あるいは対象フレーム画像OFよりも後（未来）に存在する2以上の参照フレーム画像（図示せず）を用いてブロックマッチングを行ったり、さらには対象フレーム画像OFよりも前後に存在する2以上の参照フレーム画像（図示せず）を用いてブロックマッチングを行うことができ、当該参照候補として保持される参照フレーム画像群SFをマルチプルリファレンスフレーム（Multiple Reference Frame）と呼んでいる（例えば非特許文献1参照）。

【0009】

さらに、JVT符号化方式においては、Rate-Distortion Optimization と呼ばれる最適化動き予測補償（以下、これをRD最適化と呼ぶ）を採用しており、当該RD最適化により、対象フレーム画像OFにおける全てのマクロブロックについて、複数枚の参照フレーム画像群SFとの間で動き補償ブロック（図16）ごとにブロックマッチングを行って差分の絶対値和等の差分値（歪）を求めると共に、量子化関数（動きベクトルに対するLagrange乗数）や動きベクトル差分の発生符号量を加味して最も小さい符号量を発生し得る動きベクトルを探索するこ

とにより、動きベクトルに対する符号化効率を高めている（例えば非特許文献2参照）。

【0010】

【非特許文献1】

DRAFT ISO/IEC 1/4 496-10:2002 (E)

【非特許文献2】

Rate-Distortion Optimization for Video Compression (G. Sullivan and T. Wiegand, IEEE Signal Processing Magazine, 1998-11)

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、かかるJVT符号化方式を適用した符号化装置においては、全てのマクロブロックについて、当該マクロブロック全体と複数枚の参照フレーム画像群SFとの間で、各種画素サイズでなる動き補償ブロック（図16）に変更しながら、動きベクトル差分の発生符号量を表す発生符号量テーブルを参照すると共に、差分値（歪）のみならず量子化関数（動きベクトルに対するLagrange乗数）をも求めて動き予測補償を行っていることにより、符号化処理における処理負荷が増大してしまうという問題があった。

【0012】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、画質を極力低下させることなく符号化処理の処理負荷を低減し得る動き予測補償方法及び動き予測補償装置を提案しようとするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため本発明においては、連続するフレーム画像のうち処理対象の対象フレーム画像を分割してなる動き補償ブロックごとに、当該動き補償ブロックの画素サイズを順次変更しながら複数の参照フレーム画像を用いて動き予測補償を行う際に、当該画素サイズのうち、最上位層とすべき最も大きい画

素サイズでなる動き補償ブロックの画素を間引くことにより、所定の縮小率でなる下位層の縮小ブロックを生成して階層化した後、縮小ブロックと当該縮小ブロックの縮小率に対応してそれぞれ縮小された複数の縮小参照画像とに基づいて、各参照フレーム画像内における動きベクトルの探索範囲をそれぞれ決定し、当該決定された各探索範囲を用いて、動き補償ブロックの画素サイズを順次変更しながら最適な動きベクトルを検出する。

【0014】

この場合、各参照フレーム画像全体を用いることなく、当該各参照フレーム画像内において限られた探索範囲だけで動きベクトルを検出できる。

【0015】

【発明の実施の形態】

(1) JVT符号化方式の概要

まず、JVT符号化方式に規定されている動き補償について説明する。JVT符号化方式では、1/4画素精度及び1/8画素精度で動き補償できるようになされており、1/4画素精度の動き補償処理（補間処理）について図1を用いて説明する。

【0016】

JVT符号化方式においては、帯域制限フィルタであるFIR (Finite Impulse Response) フィルタを用いて動き補償するようになされており、1/2画素精度の画素値（輝度信号）を生成するためのフィルタ係数として、次式

【0017】

【数1】

$$\{ 1, -5, 20, 20, -5, 1 \} \quad \dots (1)$$

【0018】

のような6タップのフィルタ係数が定義されている。

【0019】

ここで、図1に示した画素値b, hに対する動き補償（補間）については(1)

式のフィルタ係数を用いて、次式

【0020】

【数2】

$$b = (E - 5F + 20G + 20H - 5I + J)$$

$$h = (A - 5C + 20G + 20M - 5R + T) \quad \dots\dots (2)$$

【0021】

に従って積和演算を行った後、「0」から「255」までの8ビットをClip1とすると、次式

【0022】

【数3】

$$b = \text{Clip1}((b + 16) >> 5)$$

$$h = \text{Clip1}((h + 16) >> 5) \quad \dots\dots (3)$$

【0023】

のように、Clip1以外の部分を除去するクリップ処理により算出される。

【0024】

因みに、(3)式における「>>5」は、5ビット分だけシフトするという意味であり、実際には 2^5 だけ除算しており、また(3)式における「+16」については、 2^5 だけ除算した際に端数分が除去されない(四捨五入されない)ようにするためである。

【0025】

また、画素値jについては、(1)式のフィルタ係数を用いて上述の画素値b,hと同様に画素値aa,bb,cc,dd,ee,ff,gg,hhを生成した後、当該(1)式のフィルタ係数を用いて、次式

【0026】

【数 4】

$$j = c c - 5 d d + 2 0 h + 2 0 m - 5 e e + f f \quad \cdots \cdots (4)$$

【0 0 2 7】

あるいは、次式

【0 0 2 8】

【数 5】

$$j = a a - 5 b b + 2 0 b + 2 0 s - 5 g g + h h \quad \cdots \cdots (5)$$

【0 0 2 9】

に従って積和演算を行った後、さらに次式

【0 0 3 0】

【数 6】

$$j = C l i p 1 \left((j + 5 1 2) >> 1 0 \right) \quad \cdots \cdots (6)$$

【0 0 3 1】

に従ったクリップ処理により算出される。

【0 0 3 2】

また、画素値 a, c, d, n, f, i, k, q については、次式

【0 0 3 3】

【数 7】

$$a = (G + b) \gg 1$$

$$c = (H + b) \gg 1$$

$$d = (G + h) \gg 1$$

$$n = (M + h) \gg 1$$

$$f = (b + j) \gg 1$$

$$i = (h + j) \gg 1$$

$$k = (j + m) \gg 1$$

$$q = (j + s) \gg 1 \quad \dots\dots (7)$$

【0 0 3 4】

のように、整数画素精度の画素値（図中の斜線部分に相当する）と、1/2画素精度の画素値G, H, U B 1, h, j, m, sの線形内挿により算出される。

【0 0 3 5】

また、画素値e, g, pについては、次式

【0 0 3 6】

【数 8】

$$e = (b + h) \gg 1$$

$$g = (b + m) \gg 1$$

$$p = (h + s) \gg 1 \quad \dots\dots (8)$$

【0 0 3 7】

のように、1/2画素精度の画素値b, h, m, sだけを用いた線形内挿により算出される。

【0038】

さらに、画素値 r については、JVT符号化方式において“interpolatively challenging position”と呼ばれる点であり、次式

【0039】

【数9】

$$r = (G + H + M + N + 2) >> 2 \quad \dots\dots (9)$$

【0040】

のように算出される。

【0041】

次に、1/8画素精度の動き補償処理（補間処理）について図2を用いて説明する。

【0042】

JVT符号化方式では、1/4画素精度の画素値（輝度信号）を生成するためのポリフェノールフィルタ係数として、次式

【0043】

【数10】

$$(-3, 12, -37, 229, 71, -21, 6, -1)$$

$$(-3, 12, -39, 158, 158, -39, 12, -3)$$

$$(1-, 6, -21, 71, 229, -37, 12, -3)$$

$$\dots\dots (10)$$

【0044】

が定義されている。

【0045】

1/4画素精度の画素値 b^h, b^v については、(10)式のフィルタ係数を用いて、整数画素精度の画素値 A を入力サンプルとして積和演算を行った後、次式

【0 0 4 6】

【数 1 1】

$$b^{h, v} = \text{Clip1} (b + 128) >> 8 \quad \dots\dots (11)$$

【0 0 4 7】

に従ったクリップ処理により算出される。

【0 0 4 8】

また、画素値 c^m, c^q については、まず、画素値 b^h, b^v に対する積和演算を行った後、クリップ処理を行わない値を用いて、更に画素値 b^h, b^v を入力とする積和演算を行った後に、次式

【0 0 4 9】

【数 1 2】

$$c^{m, q} = \text{Clip1} (c + 32768) >> 16 \quad \dots\dots (12)$$

【0 0 5 0】

に従ったクリップ処理により算出される。

【0 0 5 1】

また、1/8画素精度の画素値 d については、その位置によって、次式

【0 0 5 2】

【数 1 3】

$$d = (A + b^h) \gg 1$$

$$d = (A + b^v) \gg 1$$

$$d = (b^h + c^q) \gg 1$$

$$d = (b^v + c^q) \gg 1$$

$$d = (c^q + c^q) \gg 1$$

$$d = (b^v + b^v) \gg 1$$

$$d = (c^q + c^m) \gg 1 \quad \dots\dots (13)$$

【0 0 5 3】

に従った線形内挿により算出される。

【0 0 5 4】

また、画素値eについては、対角線上に位置する画素値 b^h , b^v を用いて、次式

【0 0 5 5】

【数 1 4】

$$e = (b^h + b^v) \gg 1 \quad \dots\dots (14)$$

【0 0 5 6】

に従って算出される。

【0 0 5 7】

また、画素値gについては、次式

【0 0 5 8】

【数 1 5】

$$g = (A + 3 c^m + 2) \gg 2 \quad \dots\dots (15)$$

【0 0 5 9】

に従って算出される。

【0 0 6 0】

さらに、画素値 f^h, f^v については、次式

【0 0 6 1】

【数 1 6】

$$f^h = (3b^h + b^v + 2) \gg 2$$

$$f^v = (3b^v + b^h + 2) \gg 2 \quad \dots\dots (16)$$

【0 0 6 2】

に従って算出される。

【0 0 6 3】

ここで、対角線上にある画素値を用いて、線形内挿により1/8画素精度の画素値を生成する手法の概念図を図3に示す。

【0 0 6 4】

次に、J V T符号化方式における色差信号の動き補償処理（補間処理）について、図4を用いて説明する。J V T符号化方式では、1/4画素精度の動き補償を行う場合も、1/8画素精度の動き補償を行う場合も、小数画素精度の色差信号については、次式

【0 0 6 5】

【数 1 7】

$$v =$$

$$\frac{(s-d^x)(s-d^y)A + d^x(s-d^y)B + (s-d^x)d^yC + d^x d^y D + s^2/2}{s^2}$$

..... (17)

【0 0 6 6】

に従った線形内挿により算出される。

【0067】

ところで J V T 符号化方式においては、上述したように数多くの動き補償処理モードが規定されており、マクロブロックに対して最適な当該モードを選択すること、すなわち動きベクトルの探索を行うことは高圧縮率の画像圧縮情報を生成するために重要となるので、R D 最適化によって動きベクトルを探索する。

【0068】

次に、かかる R D 最適化について詳細に説明する。

【0069】

R D 最適化では、動き補償における全ての画素精度に対する動き探索について、探索結果を $J(m, \lambda_{\text{MOTION}})$ とし、動きベクトルを $m = (m_x, m_y)^T$ とし、予測動きベクトルを $SA(T)D(s, c(m))$ とし、 $p = (p_x, p_y)^T$ とし、を動きベクトルに対する Lagrange 乗数を λ_{MOTION} とし、発生符号量テーブルによって求められる動きベクトル差分の発生情報量を $R(m - p)$ とすると、次式

【0070】

【数18】

$$J(m, \lambda_{\text{MOTION}})$$

$$= SA(T)D(s, c(m)) + \lambda_{\text{MOTION}} \cdot R(m - p)$$

..... (18)

【0071】

に従って求められる。

【0072】

ここで、J V T 符号化方式において、エントロピー符号化は、U V L C (Universal Variable Length Coding) に基づく方法と、C A B A C (Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding) に基づく方法の 2 つが規定されているが、発生情報量については、C A B A C が適用されている場合であっても U V L C が適用され、動きベクトルの残差エネルギー（歪）部分（（17 式の $SA(T)D(s, c(m))$ に相当）については、現フレームの画像信号を s とし、参照フレームの画像信号を c とすると、次式

【0073】

【数19】

$$SAD(s, c(m)) =$$

$$\sum_{x=1}^{B_x} \sum_{y=1}^{B_y} |s[x, y] - c[x - m_x, y - m_y]| \quad \dots\dots (19)$$

【0074】

によって求められる。

【0075】

但し、半画素精度以下の動きベクトルの補正の際には、離散コサイン変換でなく、アダマール変換を用いて求められるので、SATDが用いられる。

【0076】

またLagrange乗数 (λ_{MOTION}) においては、量子化パラメータをQPとすると、I及びPフレームについては、次式

【0077】

【数20】

$$\lambda_{MODE, P} = \sqrt{0.85 * 2^{QP/3}} \quad \dots\dots (20)$$

【0078】

のように与えられ、またBフレームについては、次式

【0079】

【数21】

$$\lambda_{MODE, P} = \sqrt{4 * 0.85 * 2^{QP/3}} \quad \dots\dots (21)$$

【0080】

のように与えられる。

【0081】

次に、RD最適化において、複数枚の参照フレーム画像群SF (図17)の中から実際に参照する参照フレーム画像を選択する場合について説明する。RD最

適化では、参照フレーム画像の選択に関しては当該選択結果を $J(\text{REF}|\lambda_{\text{MOTION}})$ とし、参照フレームの発生情報量をUVLCで求めた値を $R(\text{REF})$ とすると、次式

【0082】

【数22】

$$\begin{aligned} & J(\text{REF} / \lambda_{\text{MOTION}}) \\ &= \text{SATD}(s, c(\text{REF}, m(\text{REF})) \\ &+ \lambda_{\text{MOTION}} \cdot (R(m(\text{REF}) - p(\text{REF})) + R(\text{REF})) \\ & \dots\dots (22) \end{aligned}$$

【0083】

に従って、当該選択結果 $(J(\text{REF}|\lambda_{\text{MOTION}}))$ が最小となる値を有する参照フレーム画像が選択される。

【0084】

またBフレームにおける、 $N \times M$ ブロックの予測方向の選択に関しては当該選択結果を $J(\text{PDIR}|\lambda_{\text{MOTION}})$ とすると、次式

【0085】

【数23】

$$\begin{aligned} & J(\text{PDIR} / \lambda_{\text{MOTION}}) \\ &= \text{SATD}(s, c(\text{PDIR}, m(\text{PDIR})) \\ &+ \lambda_{\text{MOTION}} (R(m(\text{PDIR}) - p(\text{PDIR})) \\ &+ R(\text{REF}(\text{PDIR}))) \\ & \dots\dots (23) \end{aligned}$$

【0086】

に従って、当該選択結果 $(J(\text{PDIR}|\lambda_{\text{MOTION}}))$ が最小となる値を有する $N \times M$ ブ

ロックの予測方向が選択される。

【0087】

次に、RD最適化において、図16で上述したマクロブロックモードの選択について説明する。RD最適化では、マクロブロックモードの選択に関しては当該選択結果を $J(s, c, \text{MODE} | \text{QP}, \lambda_{\text{MOTION}})$ とすると、次式

【0088】

【数24】

$$\begin{aligned} J(s, c, \text{MODE} | \text{QP}, \lambda_{\text{MODE}}) \\ = \text{SSD}(s, c, \text{MODE} | \text{QP}) \\ + \lambda_{\text{MODE}} \cdot R(s, c, \text{MODE} | \text{QP}) \end{aligned} \quad \dots\dots (24)$$

【0089】

に従って、当該選択結果($J(s, c, \text{MODE} | \text{QP}, \lambda_{\text{MOTION}})$)が最小となる値を有するマクロブロックモードが選択される。

【0090】

かかるマクロブロックモードの選択候補となるMODEをフレームタイプ毎に表1に示す。

【0091】

【表1】

I f r a m e : M O D E \in { INTRA4x4, INTRA16x16, }

P f r a m e : M O D E \in { INTRA4x4, INTRA16x16, SKIP, 16x16, 16x8, 8x16, 8x8 }

B f r a m e : M O D E \in { INTRA4x4, INTRA16x16, DIRECT, 16x16, 16x8, 8x16, 8x8 }

表 1

【0092】

表1において、「SKIP」は縦横16x16画素サイズで動きベクトル残差、及び、係数残差が復号化側に送られないものを表し、「SSD」は、MODE とQPを選択した場合のマクロブロックの発生情報量を $R(s, c, \text{MODE} | \text{QP})$ とし、再構成画像及び元画像の輝度成分を $c_y[x, y, \text{MODE} | \text{QP}]$, $s_y[x, y]$ とし、色差成分を c_u , c_v , や s_u , s_v とすると、次式

【0093】

【数25】

$$SSD(s, c, \text{MODE} | \text{QP}) =$$

$$\sum_{x=1, y=1}^{16, 16} (s_y[x, y] - c_y[x, y, \text{MODE} | \text{QP}])^2 +$$

$$\sum_{x=1, y=1}^{8, 8} (s_u[x, y] - c_u[x, y, \text{MODE} | \text{QP}])^2 +$$

$$\sum_{x=1, y=1}^{8, 8} (s_v[x, y] - c_v[x, y, \text{MODE} | \text{QP}])^2$$

..... (25)

【0094】

によって表される誤差二乗和の値である。

【0095】

但し、発生情報量の中にはヘッダ、動きベクトル、直交変換係数など全ての情報に対応するものが含まれる。またLagrange乗数 (λ_{MOTION}) は、上述の(20)式及び(21)式のように与えられる。

【0096】

図16で上述したサブマクロブロックモードに関しては、マクロブロックのモードの場合と同様の選択処理が行われる。かかるサブマクロブロックモードの選択候補となるMODEをフレームタイプ毎に表2に示す。

【0097】

【表2】

$$Pframe: MODE \in \left\{ \begin{array}{l} INTRA4A \times 4, \\ 8 \times 8, 8 \times 4, 4 \times 8, 4 \times 4 \end{array} \right\}$$

$$Bframe: MODE \in \left\{ \begin{array}{l} INTRA4 \times 4, DIRECT, \\ 8 \times 8, 8 \times 4, 4 \times 8, 4 \times 4 \end{array} \right\}$$

表 2

【0098】

以上のようなJVT符号化方式に規定される各種処理を画像符号化装置に適用すると動きベクトル探索の際に膨大な演算量を必要してしまうので、本発明は、圧縮効率を極力損なうことなく演算量を低減する。

【0099】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0100】

(2) 画像符号化装置の構成

まずは、図5において、JVT符号化方式を適用した画像符号化装置1の全体構成について説明する。

【0101】

画像符号化装置1は、外部から供給される動画像信号S1をA/D変換部2を介して動画像データD1を生成した後に画像並替バッファ3に一旦記憶し、当該画像並替バッファ3において動画像データD1をフレーム画像単位で圧縮符号化順に並び替え、当該並び替えたフレーム画像をフレームデータD2として加算器4及び動き予測補償処理部5に順次送出するようになされている。

【0102】

動き予測補償処理部5は、詳細については後述するが、画像並替バッファ3から与えられるフレームデータD2のフレーム画像を、図16で上述した動き補償ブロックのうち最も大きい画素サイズでなる縦横16×16画素サイズの動き補償ブ

ロック（以下、これを最大動き補償ブロックと呼ぶ）に分割し、当該各最大動き補償ブロックごとに、当該動き補償ブロックの画素サイズを順次変更しながら複数の参照フレーム画像を用いて最適な動きベクトルD3をそれぞれ検出し、これらを可逆符号化装置18に順次送出する。

【0103】

また動き予測処理部5は、複数の動きベクトルD3に応じて動き補償することにより得られる複数の予測データD4を加算器4及び11に順次送出する。

【0104】

加算器4は、動き予測補償処理部5から予測データD4が与えられる場合、画像並替バッファ6より与えられるフレームデータD2（Iピクチャ以外の画像タイプ）から、当該フレームデータD2に対応する複数の予測データD4をそれぞれ減算することにより差分データD5を生成し、これを直交変換部6に送出する。

【0105】

これに対して加算器4は、予測データD4が与えられない場合には、画像並替バッファ6より与えられるフレームデータD2（Iピクチャ）をそのまま差分データD5として直交変換部6に送出する。

【0106】

直交変換部6は、差分データD5に対して離散コサイン変換等の直交変換処理を施すことにより直交変換係数データD6を生成し、これを量子化部7に送出する。

【0107】

量子化部7は、直交変換係数データD6に対して量子化処理を施すことにより量子化データD7を生成し、これを逆量子化部9及び可逆符号化処理部18にそれぞれ送出する。

【0108】

この場合、量子化部7においては、量子化パラメータ値を決定づけるための量子化制御データD8がレート制御部8によるフィードバック制御に従って与えられており、当該量子化制御データD8の量子化パラメータ値に応じた量子化デー

タ D 7 を生成するようになされている。

【0109】

可逆符号化処理部 18 は、量子化部 7 から与えられる量子化データ D 7、及び動き予測補償処理部 5 から与えられる動きベクトル D 3 に対して例えば U V C L に準拠した可逆符号化処理を施すことにより符号化データ D 15 を生成し、これを蓄積バッファ 19 を介して外部に出力するようになされている。

【0110】

一方、逆量子化部 9 は、量子化部 7 から与えられる量子化データ D 7 に対して逆量子化処理を施すことにより、直行変換係数データ D 6 に相当する直交変換係数データ D 9 を復元し、これを逆直交変換部 10 に送出する。

【0111】

逆直交変換部 10 は、逆量子化部 9 から与えられる直交変換係数データ D 9 に対して逆直交変換処理を施すことにより、差分データ D 5 に相当する差分データ D 10 を復元し、これを加算器 11 に送出する。

【0112】

加算器 11 は、動き予測補償処理部 5 から予測データ D 4 が与えられる場合、逆直行変換部 11 より与えられる差分データ D 10 に対して、当該差分データ D 10 に対応する複数の予測データ D 4 を加算することによりフレームデータ D 2 に相当するフレームデータ D 11 を復元し、これをデブロックフィルタ 12 に送出する。

【0113】

これに対して加算器 11 は、動き予測補償処理部 5 から動き補償データ D 4 が与えられない場合には、逆直行変換部 11 より与えられる差分データ D 10 をそのままフレームデータ D 11 としてデブロックフィルタ 12 に送出する。

【0114】

デブロックフィルタ 12 は、加算器 11 から与えられるフレームデータ D 11 のうち互いに隣接するマクロブロック間に歪みが生じている場合には、当該歪み部分をフィルタリングすることにより滑らかにし、当該滑らかにしたフレームデータ D 11 を、1 枚の参照フレーム画像に相当する参照フレームデータ D 12 と

してフレームメモリ 13 へ必要に応じて記憶する。

【0115】

これに対してデブロックフィルタ 12 は、フレームデータ D11 のうち互いに隣接するマクロブロック間に歪みが生じていない場合には、当該フレームデータ D11 を参照フレームデータ D12 としてフレームメモリ 13 へ必要に応じて記憶する。

【0116】

このようにして画像符号化装置 1 は、参照候補とすべき複数枚の参照フレーム画像に相当するデータ数分だけの参照フレームデータ D12 をフレームメモリ 13 に記憶するようになされている。

【0117】

かかる構成に加えて、第 1 の間引部 14 は、フレームメモリ 13 から読み出した参照フレームデータ D12 の参照フレーム画像の画素を水平方向及び垂直方向にそれぞれ 1/2 だけ間引くことにより、原画である参照フレーム画像に対して 1/4 の縮小率でなる縮小画像（以下、これを 1/4 縮小参照画像と呼ぶ）を生成し、これを第 1 の縮小データ D13 として 1/4 フレームメモリ 15 に記憶する。

【0118】

この場合、第 1 の間引部 14 は、上述の（1）式に定義された FIR フィルタ係数値を予め内部メモリ（図示せず）に記憶しており、当該 FIR フィルタ係数値を用いて図 1 で上述した動き補償処理と同様の処理に従って画素を間引くことにより、1/4 縮小参照画像を生成し得るようになされている。

【0119】

また第 1 の間引部 14 は、参照フレームデータ D12 が飛び越し操作画像であった場合には、垂直方向については図 6 に示すように、フィールド毎に間引きするようになされており、第 1 フィールドについては、予め内部メモリに記憶している次式

【0120】

【数 2 6】

$$\{-29, 0, 88, 138, 88, 0, -29\} // 256$$

..... (26)

【0 1 2 1】

でなるフィルタ係数値、また第2フィールドについては、予め内部メモリに記憶している次式、

【0 1 2 2】

【数 2 7】

$$\{1, 7, 7, 1\} // 16$$

..... (27)

【0 1 2 3】

でなるフィルタ係数値を用いてフィルタリングを実行することにより、入力となる画素値のうち1つ置きごとに画素を間引きするようになされている。

【0 1 2 4】

第2の間引部16は、上述の(1)、(26)及び(27)式に定義されたFIRフィルタ係数値を予め内部メモリ(図示せず)に記憶しており、第1の間引部14と同様に、1/4フレームメモリ15から読み出した第1の縮小データD13の1/4縮小参照画像の画素を水平方向及び垂直方向にそれぞれ1/2だけ間引くことにより、原画である参照フレーム画像に対して1/16の縮小率でなる縮小画像(以下、これを1/16縮小参照画像と呼ぶ)を生成し、これを第2の縮小データD14として1/16フレームメモリ17に記憶する。

【0 1 2 5】

このように画像符号化装置1は、フレームメモリ13に記憶された複数の参照フレームデータD12に相当する複数枚の参照フレーム画像それぞれに対して1/4及び1/16の縮小率でなる1/4縮小画像及び1/16縮小画像を、当該複数の参照フレーム画像にそれぞれ対応する数だけ生成し、対応する1/4フレームメモリ15

又は1/16フレームメモリ17に記憶し得るようになされている。

【0126】

(3) 動き予測補償処理部の構成

次に、本発明を適用した動き予測補償処理部の構成について説明する。

【0127】

図7に示すように、動き予測補償装置としての動き予測補償処理部5は、画素ブロック分割部20と、階層化手段としての縮小ブロック生成21と、探索範囲決定手段及び検出手段としての動き予測補償部22とによって構成されており、画像並替バッファ3から与えられるフレームデータD2を画素ブロック分割部20に入力する。

【0128】

画素ブロック分割部20は、フレームデータD2のフレーム画像を縦横16×16画素サイズのブロック単位でそれぞれ分割することにより複数の最大動き補償ブロックを生成し、当該各最大動き補償ブロックをそれぞれ最大動き補償ブロックデータD20として縮小ブロック生成21及び動き予測補償部22に順次送出する。

【0129】

縮小ブロック生成部21の第1の縮小ブロック生成部21aは、上述の(1)、(26)及び(27)式に定義されたFIRフィルタ係数値を予め内部メモリ(図示せず)に記憶しており、第1の間引部(図5)と同様の処理を行って画素を間引くようになされている。

【0130】

この場合、第1の縮小ブロック生成部21aは、最大動き補償ブロックデータD20の最大動き補償ブロックの画素を水平方向及び垂直方向にそれぞれ1/2だけ間引くことにより、当該縦横16×16画素サイズでなる最大動き補償ブロックに対して1/4の縮小率でなる縦横8×8画素サイズのブロック(以下、これを1/4縮小ブロックと呼ぶ)を生成し、これを1/4縮小ブロックデータD21として第2の縮小ブロック生成部21b及び動き予測補償部22にそれぞれ送出する。

【0131】

第2の縮小ブロック生成部21bは、上述の(1)、(26)及び(27)式に定義されたFIRフィルタ係数値を予め内部メモリ(図示せず)に記憶しており、第2の間引部(図5)と同様の処理を行って画素を間引くようになされている。

【0132】

この場合、第2の縮小ブロック生成部21bは、1/4縮小ブロックデータD21の1/4縮小ブロックの画素を水平方向及び垂直方向にそれぞれ1/2だけ間引くことにより、縦横16×16画素サイズでなる最大動き補償ブロックに対して1/16の縮小率でなる縦横4×4画素サイズのブロック(以下、これを1/16縮小ブロックと呼ぶ)を生成し、これを1/16縮小ブロックデータD22として動き予測補償部22に送出する。

【0133】

動き予測補償部22は、図8に示すように、画素ブロック分割部20から与えられる最大動き補償ブロックデータD20に相当する最大動き補償ブロックUB1と、フレームメモリ13から読み出した例えば4種類の参照フレームデータD12に相当する参照フレーム画像SF1～SF4とを最上層TSの原画像群として認識する。

【0134】

また動き予測補償部22は、第1の縮小ブロック生成部21aから与えられる1/4縮小ブロックデータD21に相当する1/4縮小ブロックCBfと、1/4フレームメモリ15から読み出した例えば4種類の第1の縮小画像データD13に相当する1/4縮小参照画像CB1～CB4とを最上層よりも下層となる第1下層BSfの縮小画像群として認識する。

【0135】

さらに動き予測補償部22は、第2の縮小ブロック生成部21bから与えられる1/16縮小ブロックデータD22に相当する1/16縮小ブロックCBsと、1/16フレームメモリ17から読み出した第2の縮小画像データD14に相当する1/16縮小参照画像CB11～CB14とを最下層となる第2下層BSsの縮小画像群として認識する。

【0136】

そして動き予測補償部22は、それぞれ認識した最上層TS、第1下層BSf及び第2下層BSsの各画像群を用いて動き予測補償処理を実行することにより動きベクトルD3及び予測データD4を生成し、当該動きベクトルD3を可逆符号化処理部18に送出すると共に、予測データD4を加算器4及び11に送出する。

【0137】

このように動き予測補償処理部5は、最大動き補償ブロックUB1、1/4縮小ブロックCBf及び1/16縮小ブロックCBsと、当該最大動き補償ブロックUB1、1/4縮小ブロックCBf及び1/16縮小ブロックCBsの縮小率にそれぞれ対応する参照フレーム画像SF1～SF4、1/4縮小参照画像CB1～CB4及び1/16縮小参照画像CB11～CB14とを組として各階層TS、BSf及びBSsに分けて動き予測補償処理を実行するようになされている。

【0138】

ところで動き予測補償部22は、図示しないCPU、ROM及びRAM等により構成される制御部により、当該ROMに予め記憶された所定の動き予測補償プログラムに従って動き予測補償処理を実行するようになされており、当該動き予測補償処理手順について以下説明する。

【0139】

(4) 動き予測補償処理手順

【0140】

図9に示すように、動き予測補償部22は、ルーチンRT1の開始ステップから続くステップSP1へ移って、最下層である第2下層BSs(図8)の1/16縮小参照画像CB11～CB14それぞれに対して、縦横4×4画素サイズの1/16縮小ブロックCBsで順次ブロックマッチングを行うことにより、第2下位層BSs上の動きベクトル(以下、これを第2下位層動きベクトルと呼ぶ)を探索する。

【0141】

具体的に、動き予測補償部22は、RD最適化を適用することなく、例えば図10に示すように、1/16縮小ブロックCBs内の全ての画素値と、当該ブロック

CBs に対応する1/16縮小参照画像CB11(CB12~CB14) 内のブロック (以下、これを対応ブロックと呼ぶ) の画素値との間における差分の絶対値総和だけをそれぞれ求め、そのうち絶対値総和が最小となる際の対応ブロックCTBと、1/16縮小ブロックCBs との間における動き量に基づいて第2下位層BSs (図8) 上の第2下位層動きベクトル1/16MV1 (1/16MV2 ~1/16MV4) を検出し、次のステップSP2へ移る。

【0142】

この場合、動き予測補償部22は、原画である参照フレーム画像SF1 ~SF4 に比して探索範囲が小さい1/16縮小参照画像CB11~CB14に対して、動きベクトル差分の発生符号量を表す発生符号量テーブルを参照せずに、かつ量子化関数(動きベクトルに対するLagrange乗数) の演算をもせずにブロックマッチングを行っていることにより、第2下位層動きベクトル1/16MV1 ~1/16MV4 を求める際の処理負荷を低減し得るようになされている。

【0143】

ステップSP2において動き予測補償部22は、例えば図11に示すように、ステップSP1で検出した第2下位層動きベクトル1/16MV1 ~1/16MV4 における水平成分及び垂直成分それぞれに対して動き補償処理(補間処理)を行うことにより、当該水平成分を2倍及び垂直成分を2倍の計4倍だけ拡大する。

【0144】

この場合、動き予測補償部22は、1/16縮小ブロックCBs に対応する原画上の最大動き補償ブロックUB1について上述のJVT符号化方式における1/4画素精度(図1)又は1/8画素精度(図2)が選定されている場合であっても、線形内挿による整数画素精度又は1/2画素精度に従った動き補償を行うことにより、当該動き補償の際の処理負荷を低減し得るようになされている。

【0145】

そして動き予測補償部22は、かかる動き補償を行って拡大した第2下位層動きベクトルの始点及び終点を頂点とする長形状範囲ARの周辺数画素を含む範囲UAR1 (UAR2 ~UAR4) を、第1下位層BSfの1/4縮小参照画像CB1 (CB2~CB4) 内の探索範囲(以下、これを第1下位層探索範囲と呼ぶ)

として決定し、次のステップ S P 3 移る。

【 0 1 4 6 】

ステップ S P 3 において動き予測補償部 2 2 は、ステップ S P 2 で決定した 1/4 縮小参照画像 C B 1 ~ C B 4 内の第 1 下位層探索範囲 U A R 1 ~ U A R 4 それぞれに対して、ステップ S P 1 における処理と同様に R D 最適化を適用することなく、縦横 8 × 8 画素サイズの 1/4 縮小ブロック C B f で順次ブロックマッチングを行うことにより、第 1 下位層における動きベクトル（以下、これを第 1 下位層動きベクトルと呼ぶ）1/4 M V 1 ~ 1/4 M V 4 （図 8）を検出し、次のステップ S P 4 へ移る。

【 0 1 4 7 】

ステップ S P 4 において動き予測補償部 2 2 は、ステップ S P 3 で検出した第 1 下位層動きベクトル 1/4 M V 1 ~ 1/4 M V 4 それぞれに対して、ステップ S P 2 における処理と同様の処理を行うことにより、最上位層 T S の参照フレーム画像 S F 1 ~ S F 4 （図 8）内の探索範囲（以下、これを第 1 の最上位層探索範囲と呼ぶ）T A R 1 ~ T A R 4 を決定し、次のステップ S P 5 移る。

【 0 1 4 8 】

ステップ S P 5 において動き予測補償部 2 2 は、ステップ S P 4 で決定した第 1 の最上位層探索範囲 T A R 1 ~ T A R 4 （図 8）それぞれに対して、J V T 符号化方式で規定される縦横 16 × 16 画素サイズの動き補償ブロック U B 1 で順次 R D 最適化によるブロックマッチングを行うことにより、動き補償ブロック U B 1 に係る動きベクトルを検出し、次のステップ S P 6 へ移る。

【 0 1 4 9 】

この場合、動き予測補償部 2 2 は、J V T 符号化方式で規定されているように最大動き補償ブロック全体にわたって動きベクトルを探索することなく、第 1 の最上位層探索範囲 T A R 1 ~ T A R 4 内だけを探索して動き補償ブロック U B 1 に係る動きベクトルを検出していることにより、上述したような膨大な演算量を要する R D 最適化の際の処理負荷を格段に低減し得るようになされている。

【 0 1 5 0 】

ステップ S P 6 において動き予測補償部 2 2 は、最上位層 T S （図 8）上にお

ける第1の最上位層探索範囲TAR1～TAR4を用いて、図12に示すように動き補償ブロックのブロック形状が同じとなる第1～第3系列SS1～SS3ごとに、大きい画素サイズから小さい画素サイズに順次変更しながら、各動き補償ブロックUB2～UB34ごとにRD最適化によるブロックマッチングを行う。

【0151】

実際には、動き予測補償部22は、第1系列SS1において、ステップSP5で検出した動き補償ブロックUB1の動きベクトルに基づいて、図11で上述した探索範囲の決定と同様の処理（以下、これを探索範囲決定処理と呼ぶ）を行って、例えば図13に示すように、第1の最上位層探索範囲TAR1～TAR4（図8）よりも小さい第2の最上位層探索範囲TAR5～TAR8を決定し、当該第2の最上位層探索範囲TAR5～TAR8内だけで、縦横8×16画素サイズの動き補償ブロックUB2及びUB3に係る2種類の動きベクトルを検出する。

【0152】

次いで動き予測補償部22は、動き補償ブロックUB2及びUB3に係る動きベクトルに基づいて探索範囲決定処理を行って、第2の最上位層探索範囲TAR5～TAR8よりも小さい第3の最上位層探索範囲TAR9～TAR12を決定し、当該第3の最上位層探索範囲TAR9～TAR12内だけで、縦横4×8画素サイズの動き補償ブロックUB11～UB14に係る4種類の動きベクトルを検出する。

【0153】

また、動き予測補償部22は、第1系列SS1に対する処理とほぼ同時に第2系列SS2において、当該第1系列SS1に対する処理と同様に、第2の最上位層探索範囲TAR5～TAR8内だけで縦横16×8画素サイズの動き補償ブロックUB4及びUB5に係る2種類の動きベクトルを検出した後、当該第3の最上位層探索範囲TAR9～TAR12内だけで、縦横8×4画素サイズの動き補償ブロックUB15～UB18に係る4種類の動きベクトルを検出する。

【0154】

さらに、動き予測補償部22は、第1系列SS1に対する処理とほぼ同時に第3系列SS3において、当該第1系列SS1に対する処理と同様に、第2の最上

位層探索範囲TAR5～TAR8内だけで縦横8×8画素サイズの動き補償ブロックUB6～UB9に係る4種類の動きベクトルを検出した後、当該第3の最上位層探索範囲TAR9～TAR12内だけで、縦横4×4画素サイズの動き補償ブロックUB19～UB34に係る動きベクトルを検出する。

【0155】

このように動き予測補償部22は、小さい画素サイズでなる動き補償ブロックに順次変更するごとに探索範囲を縮小することにより、大きい画素サイズの動き補償ブロックに比してブロック数が増加する分だけ多くの演算量を必要とする小さい画素サイズの動き補償ブロックの動きベクトルを検出する際の処理負荷を低減し得ると共に、JVT符号化方式で規定されているようにマクロブロック全体にわたって各画素サイズでなる動き補償ブロック（図16）ごとに動きベクトルを求める場合に比して格段に処理付加を低減し得るようになされている。

【0156】

このようにして動き予測補償部22は、動き補償ブロックUB1以外の残りの動き補償ブロックUB2～UB34に係る動きベクトルをそれぞれ検出した後、次のステップSP7へ移る。

【0157】

因みに、動き予測補償部22は、第1～第3系列SS1～SS3において同一の第2の最上位層探索範囲TAR5～TAR8及び第3の最上位層探索範囲TAR9～TAR12を用いるようにしたが、これに限らず、小さい画素サイズでなる動き補償ブロックに順次変更するごとに探索範囲を縮小すれば、形状等は異なっても良い。

【0158】

ステップSP7において動き予測補償部22は、ステップSP5及びSP6でRD最適化によってそれぞれ検出した各動き補償ブロックUB1～UB34の動きベクトルのうち、最も小さい符号量を発生し得る最適な動きベクトルを最終的な動きベクトルD3（図7）として検出し、次のステップSP8へ移る。

【0159】

ステップSP8において動き予測補償部22は、ステップSP7で検出した動

きベクトル D 3 に応じて、例えば図 1 で上述した 1/4 動き補償処理を行って予測データ D 4 (図 7) を生成し、次のステップ S P 9 へ移る。

【0160】

ステップ S P 9 において動き予測補償部 22 は、ステップ S P 7 で検出した動きベクトル D 3 を可逆符号化処理部 18 に送出すると共に、ステップ S P 8 で生成した予測データ D 4 を加算器 4 及び 11 に送出した後、次のステップ S P 10 へ移って動き予測補償処理を終了する。

【0161】

(5) 動作及び効果

以上の構成において、動き予測補償処理部 5 は、J V T 符号化方式で規定されている動き補償ブロックのうち、最も大きい画素サイズでなる動き補償ブロック U B 1 (図 8) を最上位層 T S とし、当該最大動き補償ブロック U B 1 を間引きすることにより、1/4 の縮小率でなる第 1 下位層の縮小ブロック C B s 及び 1/16 縮小率でなる第 2 下位層の 1/16 縮小ブロック C B f を生成して階層化する。

【0162】

そして動き予測補償処理部 5 は、最上位層 T S を除く下位層 (第 1 下位層 B S f 及び第 2 下位層 B S s) における複数の縮小参照画像 C F 11 ~ C F 14 及び C F 1 ~ C F 4 と、縮小ブロック C B s 及び C B f とを用いて階層的に動きベクトルの探索を行って、最上位層 T S において R D 最適化による動きベクトル探索を行うための第 1 の最上位層探索範囲 T A R 1 ~ T A R 4 を決定する (ステップ S P 1 ~ ステップ S P 4)。

【0163】

この場合、動き予測補償処理部 5 は、動きベクトル差分の発生符号量を表す発生符号量や量子化関数を加味する R D 最適化を適用することなく、縮小ブロックとの差分の絶対値総和だけでブロックマッチングを行って動きベクトルを検出すると共に、当該検出した動きベクトルを 1/4 画素精度 (図 1) 又は 1/8 画素精度 (図 2) の動き補償を行うことなく、線形内挿による整数画素精度又は 1/2 画素精度に従った動き補償を行うことにより、少ない演算量で第 1 の最上位層探索範囲 T A R 1 ~ T A R 4 を決定することができる。

【0164】

この状態において動き予測補償処理部5は、第1の最上位層探索範囲TAR1～TAR4を用いて、各画素サイズでなる動き補償ブロックUB1～UB34（図12）に係る動きベクトルをそれぞれ検出し、当該検出した各動きベクトルのうち最も小さい符号量を発生し得る最適かつ最終的な動きベクトルD3として検出するようにした。

【0165】

従って、動き予測補償処理部5は、第1の最上位層探索範囲TAR1～TAR4を決定するまでの処理に要する分だけ新たな演算が加わるものの、当該演算量よりも格段に演算量を必要とするRD最適化の探索範囲を限定している分だけ、JVT符号化方式で規定されているように各画素サイズでなる動き補償ブロックごとにマクロブロック全体にわたって動きベクトルを探索して動きベクトルを検出する場合に比して、処理負荷を格段に低減することができる。

【0166】

これに加えて、動き予測補償処理部5は、図12で上述したように、各画素サイズでなる動き補償ブロックUB1～UB34（図12）に係る動きベクトルをそれぞれ検出する際に、大きい画素サイズから小さい画素サイズでなる動き補償ブロックに順次変更するごとに探索範囲を縮小することにより、小さい画素サイズの動き補償ブロックの動きベクトルを検出する際の処理負荷を低減することができる。その結果、全体としての処理負荷を一段と低減することができる。

【0167】

以上の構成によれば、最も大きい画素サイズでなる動き補償ブロックUB1を階層化し、当該階層化した第1下位層BSf及び第2下位層BSsにおける複数の縮小参照画像CF11～CF14及びCF1～CF4と、縮小ブロックCBs及びCBfとを用いて、最上位層TSにおける最適な動きベクトルを絞り込んでおおまかな第1の最上位層探索範囲TAR1～TAR4を少ない演算量で決定した後、当該探索範囲TAR1～TAR4を用いてRD最適化によって動きベクトルを検出するようにしたことにより、当該動きベクトルD3を検出する際の処理負荷を格段に低減することができる。

【0168】**(6) 他の実施の形態**

なお上述の実施の形態においては、縦横 16×16 、縦横 8×16 、縦横 16×8 、縦横 8×8 、縦横 4×8 、縦横 8×4 及び縦横 4×4 の各画素サイズでなる動き補償ブロックに順次変更して動き予測補償を行う場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば縦横 16×4 画素サイズ等、この他種々の画素サイズでなる動き補償ブロックに順次変更して動き予測補償を行うようにしても良い。

【0169】

さらに上述の実施の形態においては、JVT符号化方式に本発明を適用する場合について述べたが、これに限らず、要は、連続するフレーム画像のうち処理対象の対象フレーム画像を分割してなる動き補償ブロックごとに、当該動き補償ブロックの画素サイズを順次変更しながら複数の参照フレーム画像を用いて動き予測補償を行うこの他種々の符号化方式に本発明を適用することができる。

【0170】

さらに上述の実施の形態においては、FIRフィルタ係数値として(1)式を用いて間引きする場合について述べたが、本発明はこれに限らず、 $1/2$ 位相を生成するためのこの他種々のFIRフィルタ係数値を用いるようにしても良い。

【0171】

さらに上述の実施の形態においては、水平方向及び垂直方向に対して同じ縮小率で縮小する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該水平方向及び垂直方向に対してそれぞれ異なる縮小率で縮小するようにしても良い。

【0172】

さらに上述の実施の形態においては、 $1/4$ 及び $1/16$ の縮小率で縮小する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、2の乗数分の1でなるこの他種々の縮小率で縮小するようにしても良い。

【0173】

さらに上述の実施の形態においては、 $1/16$ 縮小ブロックCBs内の全ての画素値と、当該ブロックCBsに対応する $1/16$ 縮小参照画像CB11～CB14内の対応ブロックの画素値との間、あるいは $1/4$ 縮小ブロックCBf内の全ての画素値と

、当該ブロック CB_f に対応する $1/4$ 縮小参照画像 $CB_1 \sim CB_4$ 内の対応ブロックの画素値との間における差分の絶対値総和に基づいて動きベクトルを求める場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該差分の自乗和を求めるようにしても良く、要は、縮小ブロックの画素値と、縮小参照画像の画素値との間における差分値に基づいて動きベクトルを求めることができる。

【0174】

さらに上述の実施の形態においては、図8で上述したように第2下位層 BS_s 及び第1下位層 BS_f における全ての参照縮小画像 $CF_{11} \sim CF_{14}$ 及び $CF_1 \sim CF_4$ と、縮小ブロック CB_s 及び CB_f とを用いて、最上位層 TS における全ての参照フレーム画像 $SF_1 \sim SF_4$ 上の第1の最上位層探索範囲 $TAR_1 \sim TAR_4$ を決定する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該第1の最上位層探索範囲 $TAR_1 \sim TAR_4$ のうちいずれかだけを決定するようにしても良い。

【0175】

この場合、動き予測補償部22は、図9で上述した動き予測補償処理手順におけるステップ SP_1 の処理の後に、第2下位層 BS_s の縮小ブロック CB_s とのブロックマッチングにより、参照縮小画像 $CF_{11} \sim CF_{14}$ (図8)のうち、当該縮小ブロック CB_s との間における画素値の差分が最小となる例えば参照縮小画像 CF_{13} を選択するステップを加え、当該ステップで選択された参照縮小画像 CF_{13} に対応する第1下位層 BS_f 上の参照縮小画像 CF_3 だけを用いてステップ SP_2 からステップ SP_4 までの各処理を行って第1の最上位層探索範囲 TAR_3 だけを決定する。

【0176】

このように動き予測補償部22は、第2下位層 BS_s において、最上位層 TS 上で RD 最適化による動きベクトル探索を行う参照フレーム画像 SF_3 を選択することにより、複数の参照縮小画像 CF_{11} 、 CF_{13} 、 CF_{14} 、 CF_1 、 CF_3 及び CF_4 と、複数の参照フレーム画像 SF_1 、 SF_3 及び SF_4 とに対する演算量をそれぞれ削減でき、最終的かつ最適な動きベクトル D_3 (図7)を検出するまでの全体としての処理負荷についても格段に低減することができる。

【0177】

さらに動き予測補償部22は、処理対象の動き補償ブロックUB1がBピクチャである場合、上述した参照フレーム画像SF3の選択と同様に、第2下位層BSsにおいて、縮小ブロックCBsとのブロックマッチングにより、参照縮小画像CF11～CF14（図8）のうち、当該縮小ブロックCBsとの間における画素値の差分が最小となる動きベクトルを有する予測方向モードを、当該動き補償ブロックUB1に対する予測方向モードとするようにしても良い。このようにすれば、最終的かつ最適な動きベクトルD3（図7）を検出するまでの全体としての処理負荷をさらに低減することができる。

【0178】

さらに上述の実施の形態においては、探索範囲の決定例として図11で上述したように、例えば第2下位層上で検出した動きベクトルを拡大し、当該拡大した動きベクトルの始点及び終点を頂点とする長方形形状範囲ARの周辺数画素を含む範囲UAR1を第1下位層探索範囲として決定する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該拡大した動きベクトルの始点及び終点を頂点とする台形状範囲、平行四辺形状範囲又は円形状の周辺画素を含む範囲等、要は、拡大した動きベクトルを含む周辺画素範囲を探索範囲として決定することができる。

【0179】

さらに上述の実施の形態においては、図12で上述したような順序で動き補償ブロックUB2～UB34に対する最適な動きベクトルを検出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図12との対応部分に同一符合を付して示す図14のような順序で動き補償ブロックUB2～UB34に対する最適な動きベクトルを検出するようにしても良い。

【0180】

さらに上述の実施の形態においては、1/16縮小ブロックCBs、1/4縮小ブロックCBf又は最大動き補償ブロックUB1内の全ての画素値を用いてブロックマッチングを行う場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図15に示すように、1/16縮小ブロックCBs、1/4縮小ブロックCBf又は最大動き補償ブ

ロック UB 1 における水平方向及び垂直方向にそれぞれ 1 画素おきの画素値を用いてブロックマッチングを行うようにしても良い。この場合、ブロックマッチングを行う際の処理負荷を一段と低減することができる。

【0181】

さらに上述の実施の形態においては、動き予測補償部 22 における各処理を動き補償プログラムによって実現する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該各処理の一部又は全部をそれぞれ専用の集積回路等のハードウェア手段によって実現するようにしても良い。

【0182】

さらに上述の実施の形態においては、ハードウェア構成の縮小ブロック生成部 21 (図 7) によって縮小処理を実現する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該縮小ブロック生成部 21 の縮小処理を、動き予測補償部 22 における動き予測補償プログラムに組み込むことにより実現するようにしても良い。

【0183】

さらに上述の実施の形態においては、動き予測補償装置としての動き予測補償処理部 5 が内部 ROM (図示せず) 等に格納した動き予測補償プログラムを内部 RAM (図示せず) に展開することにより図 9 について上述した動き予測補償処理手順に従って動き予測補償を行う場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該動き予測補償プログラムが格納されたプログラム媒体をインストールすることにより動き予測補償を行うようにしても良い。

【0184】

かかるプログラム媒体としては、CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory) や DVD (Digital Versatile Disc) 等のパッケージメディアのみならず、半導体メモリや磁気ディスク等で実現しても良い。またこれらプログラム媒体にプログラムを格納する手段としては、ローカルエリアネットワークやインターネット、デジタル衛星放送等の有線又は無線通信媒体を利用してもよく、ルータやモデム等の各種インターフェイスを介して格納するようにしても良い。

【0185】

【発明の効果】

上述のように本発明によれば、連続するフレーム画像のうち処理対象の対象フレーム画像を分割してなる動き補償ブロックごとに、当該動き補償ブロックの画素サイズを順次変更しながら複数の参照フレーム画像を用いて動き予測補償を行う際に、当該画素サイズのうち、最上位層とすべき最も大きい画素サイズでなる動き補償ブロックの画素を間引くことにより、所定の縮小率でなる下位層の縮小ブロックを生成して階層化した後、縮小ブロックと当該縮小ブロックの縮小率に対応してそれぞれ縮小された複数の縮小参照画像とに基づいて、各参照フレーム画像内における動きベクトルの探索範囲をそれぞれ決定し、当該決定された各探索範囲を用いて、動き補償ブロックの画素サイズを順次変更しながら最適な動きベクトルを検出する。

【0186】

この場合、各参照フレーム画像全体を用いることなく、当該各参照フレーム画像内において限られた探索範囲だけで動きベクトルを検出でき、かくして、画質を極力低下させることなく符号化処理の処理負荷を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

JVT符号化方式における1/4画素精度の動き補償の説明に供する略線図である。

【図2】

JVT符号化方式における1/8画素精度の動き補償の説明に供する略線図である。

【図3】

対角線上にある画素値を用いた1/8画素精度の動き補償を示す略線図である。

【図4】

色差信号における動き補償の説明に供する略線図である。

【図5】

画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図6】

フィールドに対する間引き処理の説明に供する略線図である。

【図 7】

動き予測補償処理部の構成を示すブロック図である。

【図 8】

階層化の様子示す略線図である。

【図 9】

動き予測補償処理手順を示すフローチャートである。

【図 10】

動きベクトルの探索例の説明に供する略線図である。

【図 11】

動きベクトルの探索範囲の決定例（1）の説明に供する略線図である。

【図 12】

動きベクトルの検出順序の説明に供する略線図である。

【図 13】

動きベクトルの探索範囲の決定例（2）の説明に供する略線図である。

【図 14】

他の実施の形態における動きベクトルの検出順序の説明に供する略線図である。

。

【図 15】

他の実施の形態におけるブロックマッチングの説明に供する略線図である。

【図 16】

J V T 符号化方式に規定される動き補償ブロックを示す略線図である。

【図 17】

J V T 符号化方式に規定されるマルチプルリファレンスフレームの説明に供する略線図である。

【符号の説明】

1 ……画像符号化装置、5 ……動き予測補償処理部、13 ……フレームメモリ、14 ……第1の間引部、15 ……1/4フレームメモリ、16 ……第2の間引部、17 ……1/16フレームメモリ、20 ……画素ブロック分割部、21 ……縮小ブ

ロック生成部、2 1 a ……第 1 の縮小ブロック生成部、2 1 b ……第 2 の縮小ブ
ロック生成部、2 2 ……動き予測補償部。

【書類名】 図面

【図 1】

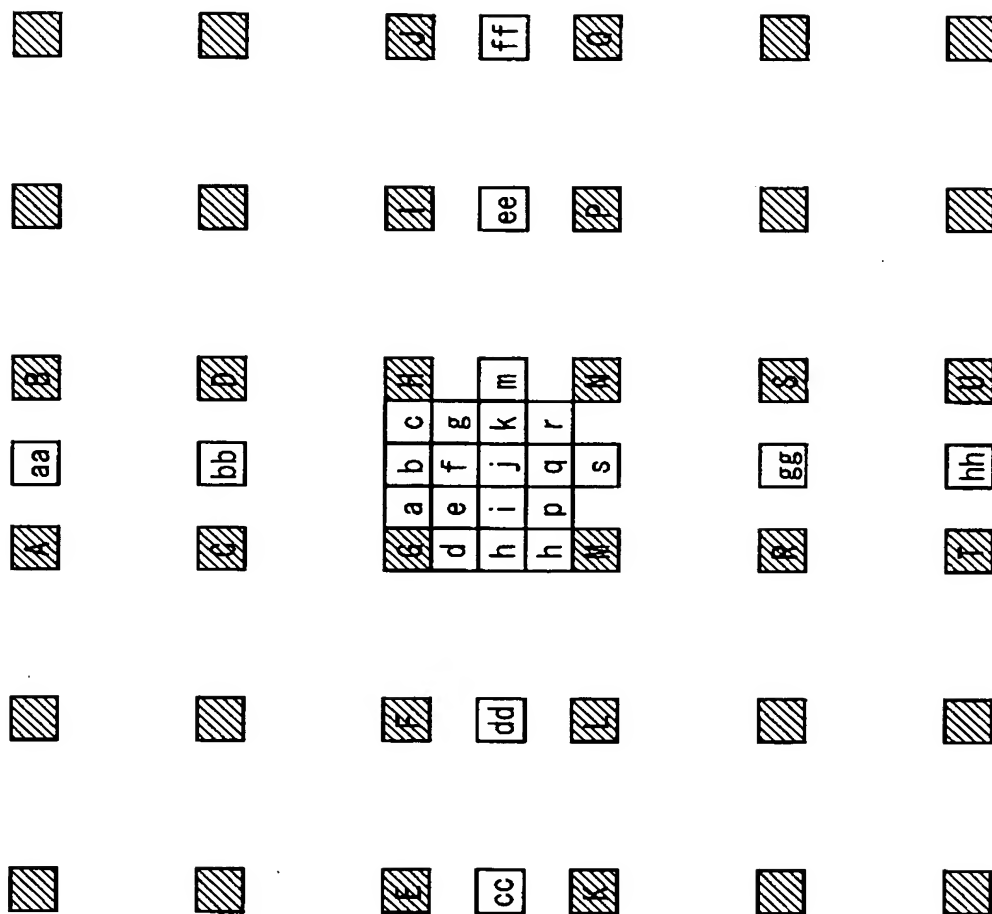


図 1 JVT 符号化方式における 1 / 4 画素精度の動き補償

【図 2】

A	d	b^h	d	b^h	d	b^h	d	A
d	e	d	f^h	d	f^h	d	e	
b^v	d	c^q	d	c^q	d	c^q	d	b^v
d	f^v	f	g	d	g	d	f^v	
b^h	d	c^q	d	c^q	d	c^q	d	b^h
d	f^v	d	g	d	g	d	f^v	
b^h	d	c^q	d	c^q	d	c^q	r	b^v
d	e	d	f^h	d	f^h	d	e	
A		b^h		b^h		b^h		A

図 2 JVT 符号化方式における 1/8 画素精度の動き補償

【図 3】

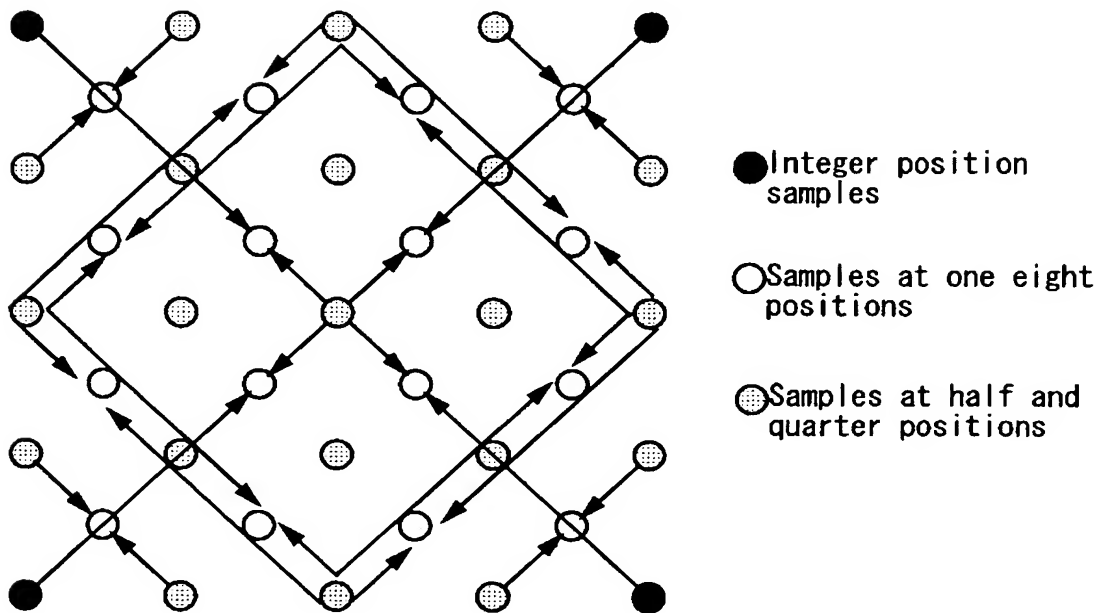


図 3 対角線上にある画素値を用いた 1/8 画素精度の動き補償

【図 4】

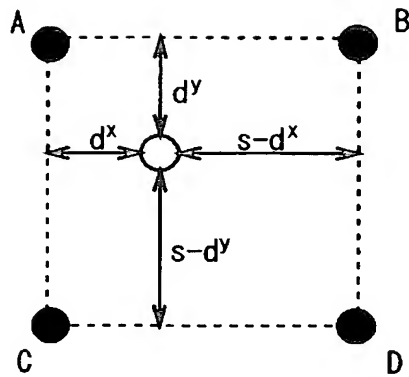


図 4 色差信号における動き補償

【図 6】

第一フィールド

第二フィールド

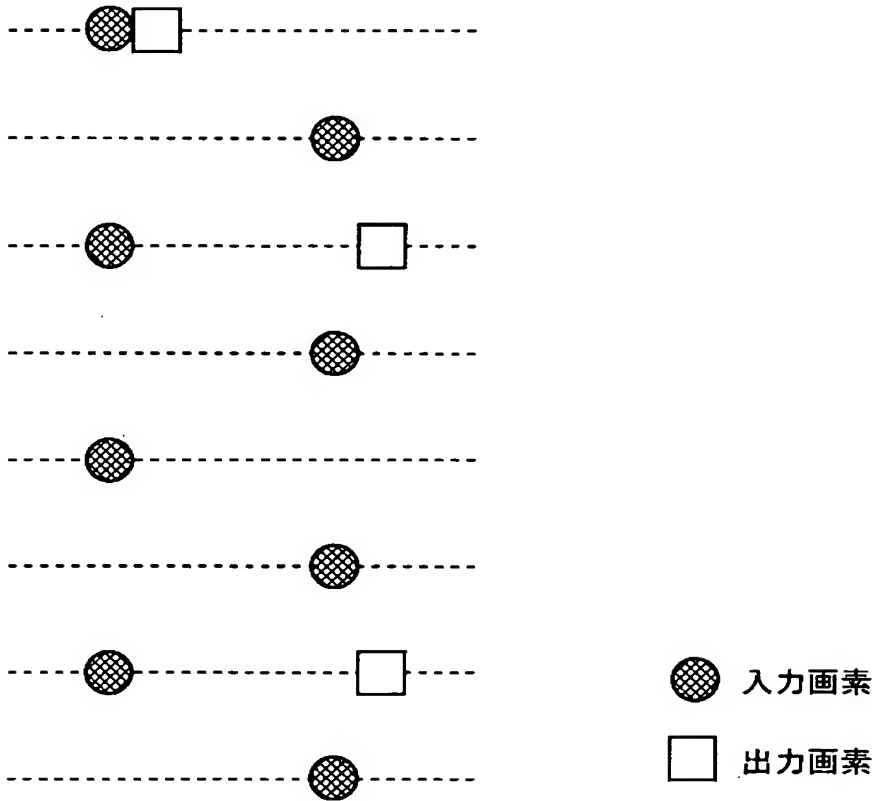


図 6 フィールドに対する間引き処理

【図7】

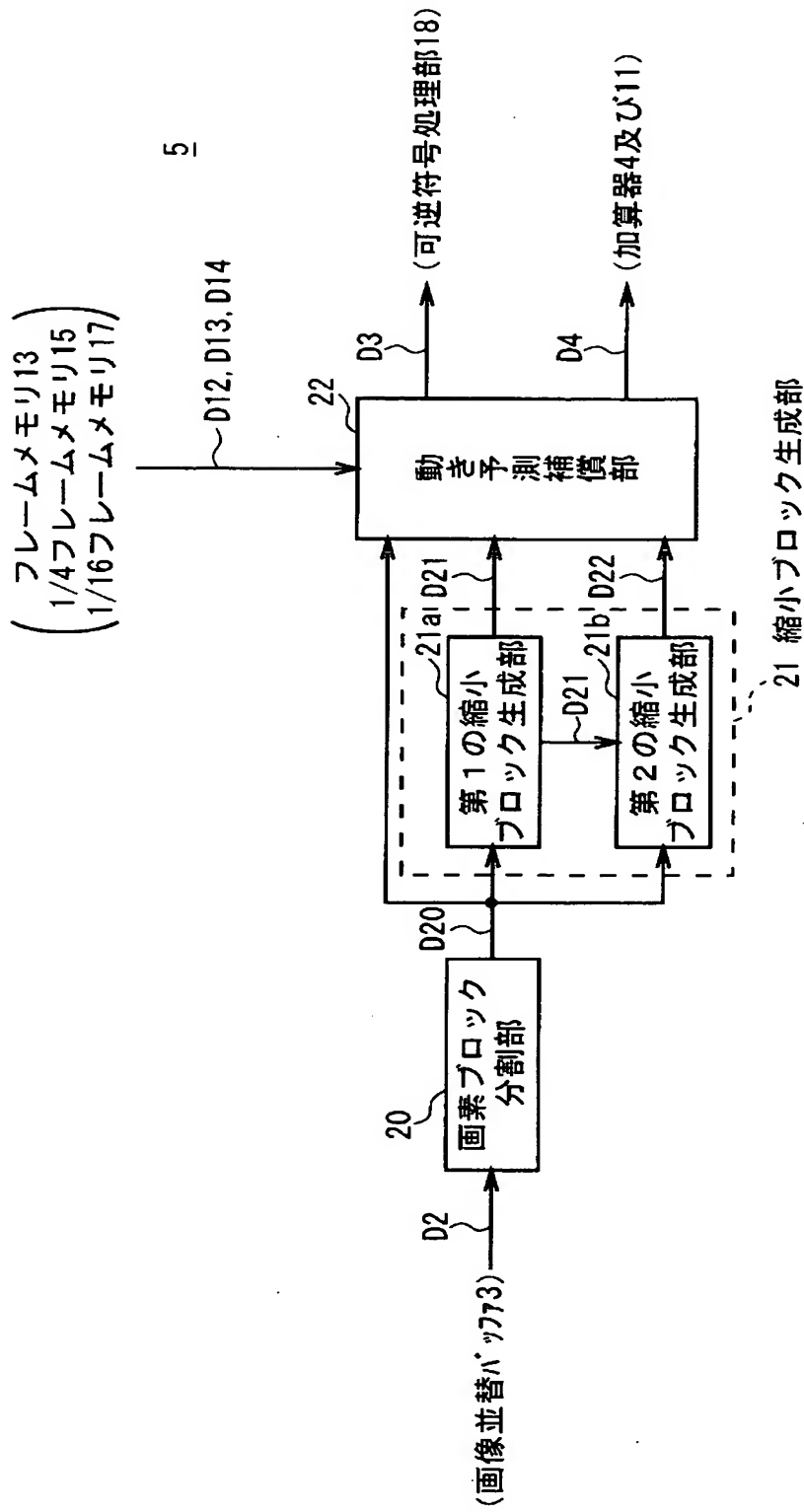


図7 動き補償処理部の構成

【図 8】

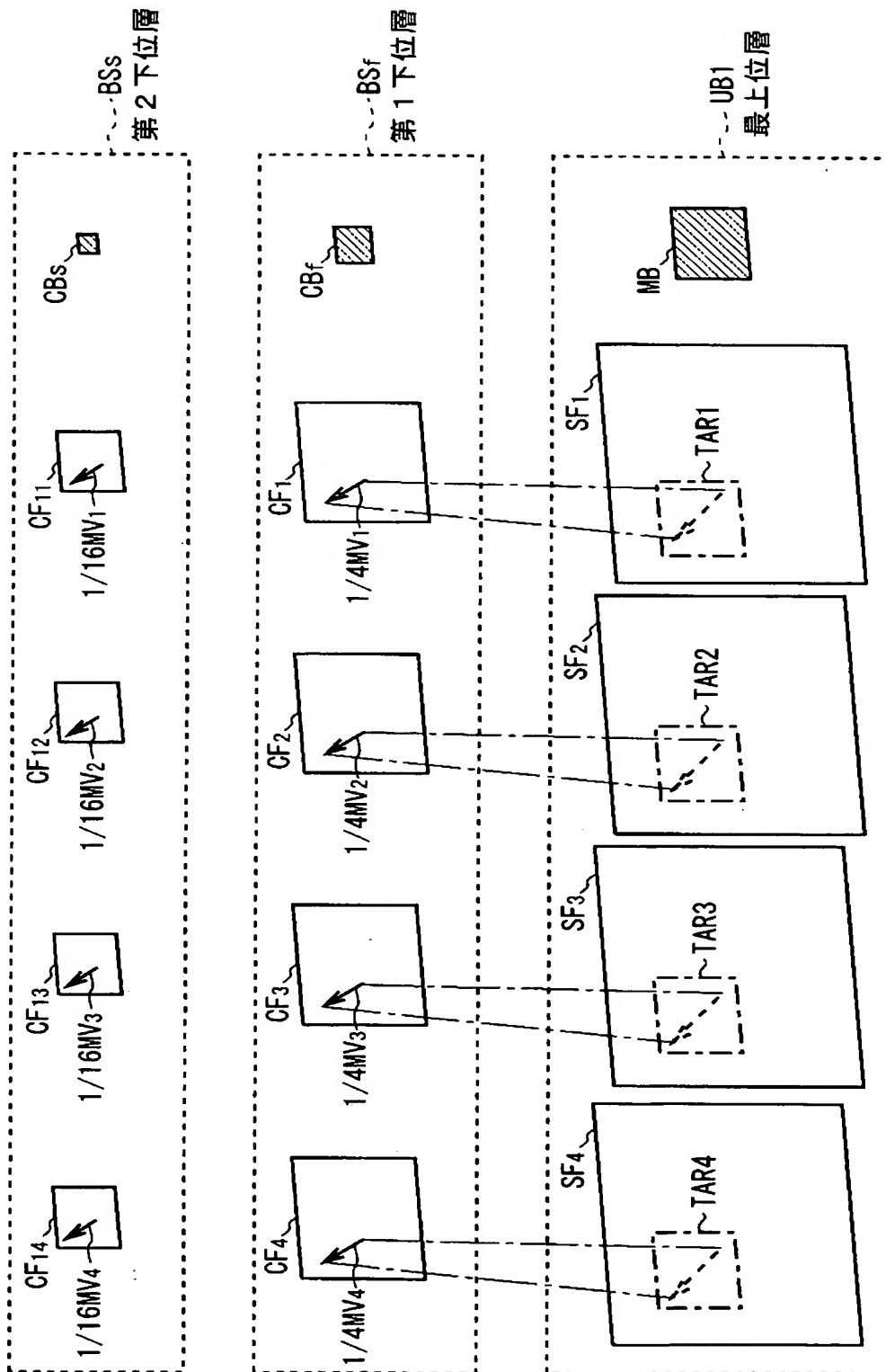


図 8 階層化の様子

【図 9】

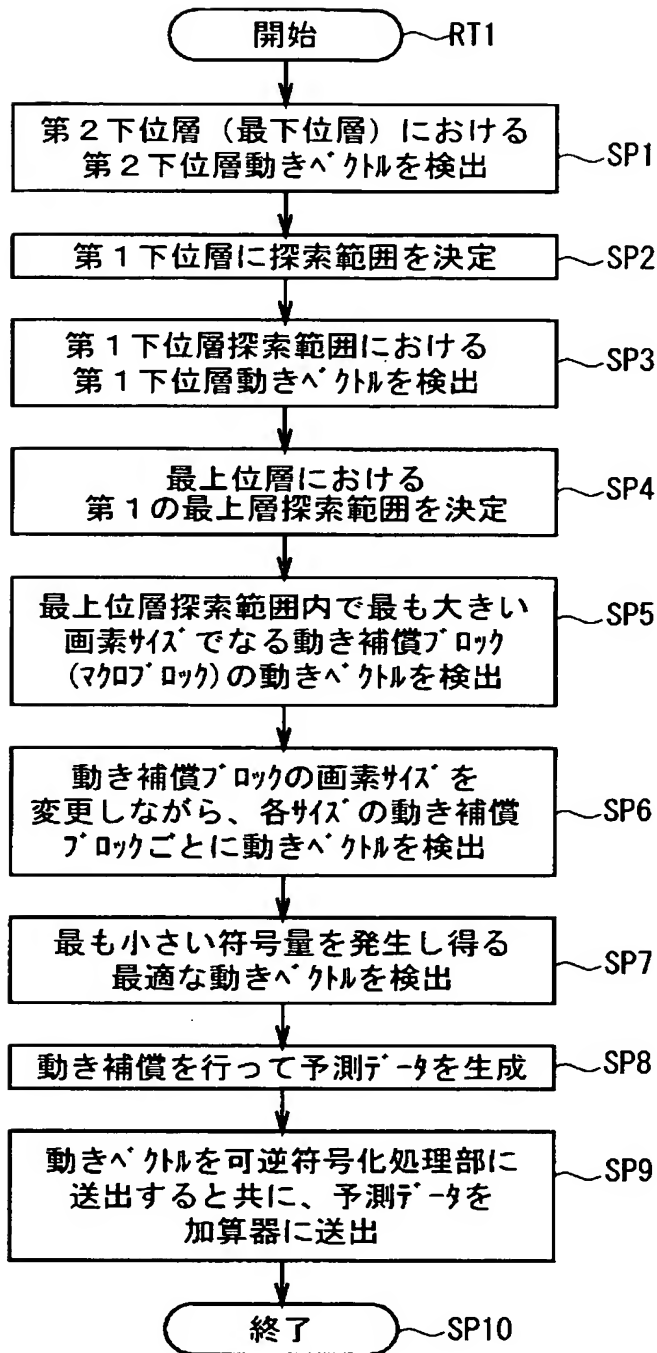


図 9 動き予測補償処理手順

【図 10】

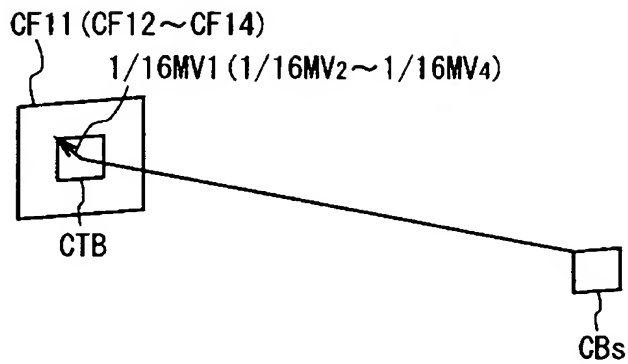


図 10 動きベクトルの探索例

【図 11】

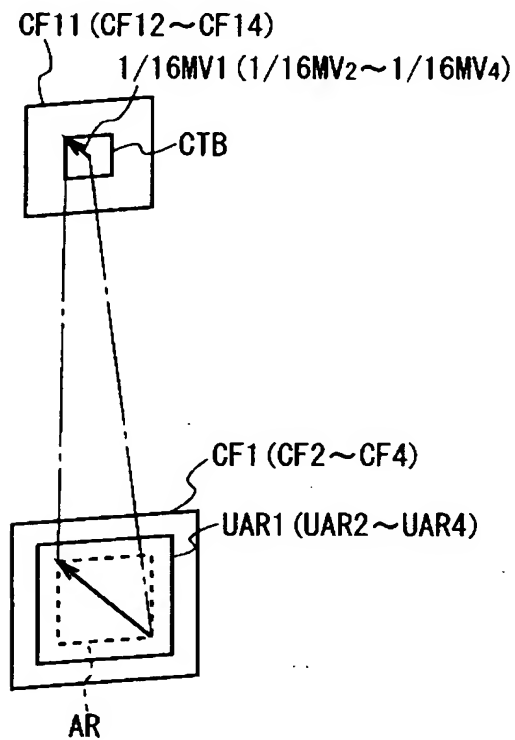


図 11 動きベクトルの探索範囲の選択(1)

【図 12】

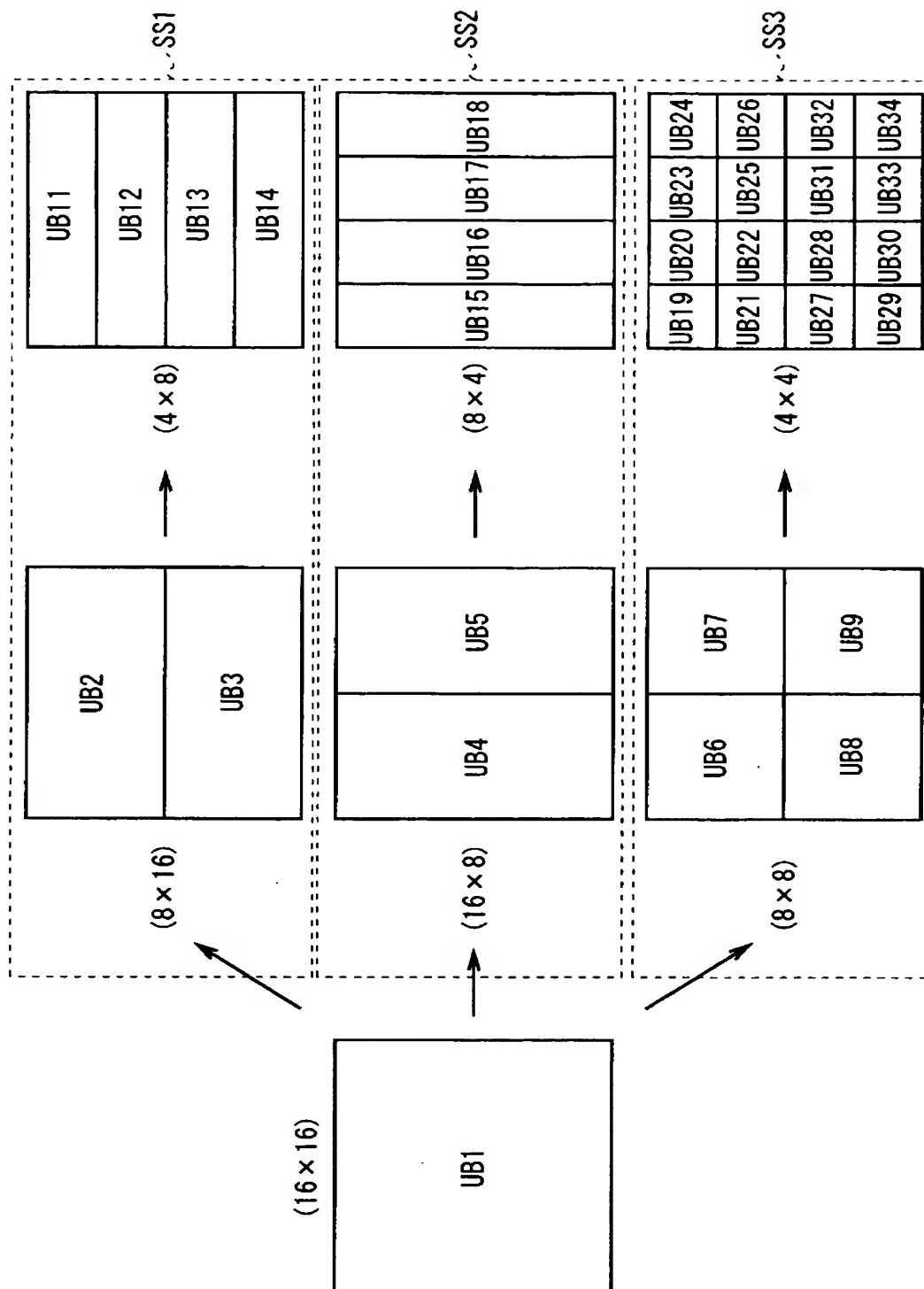


図 12 動きベクトルを求める順序

【図 13】

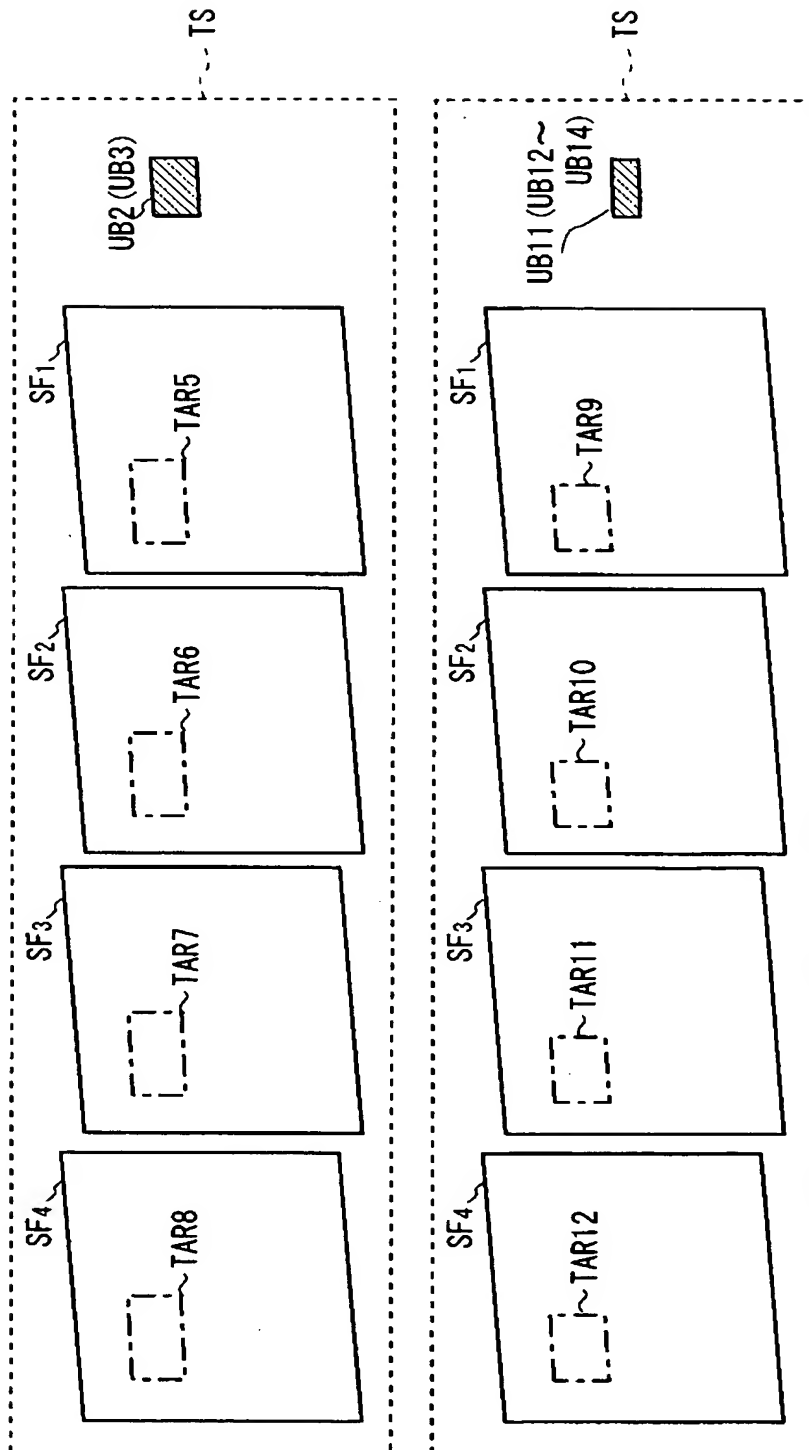


図 13 動きベクトルの探索範囲の選択 (2)

【図 14】

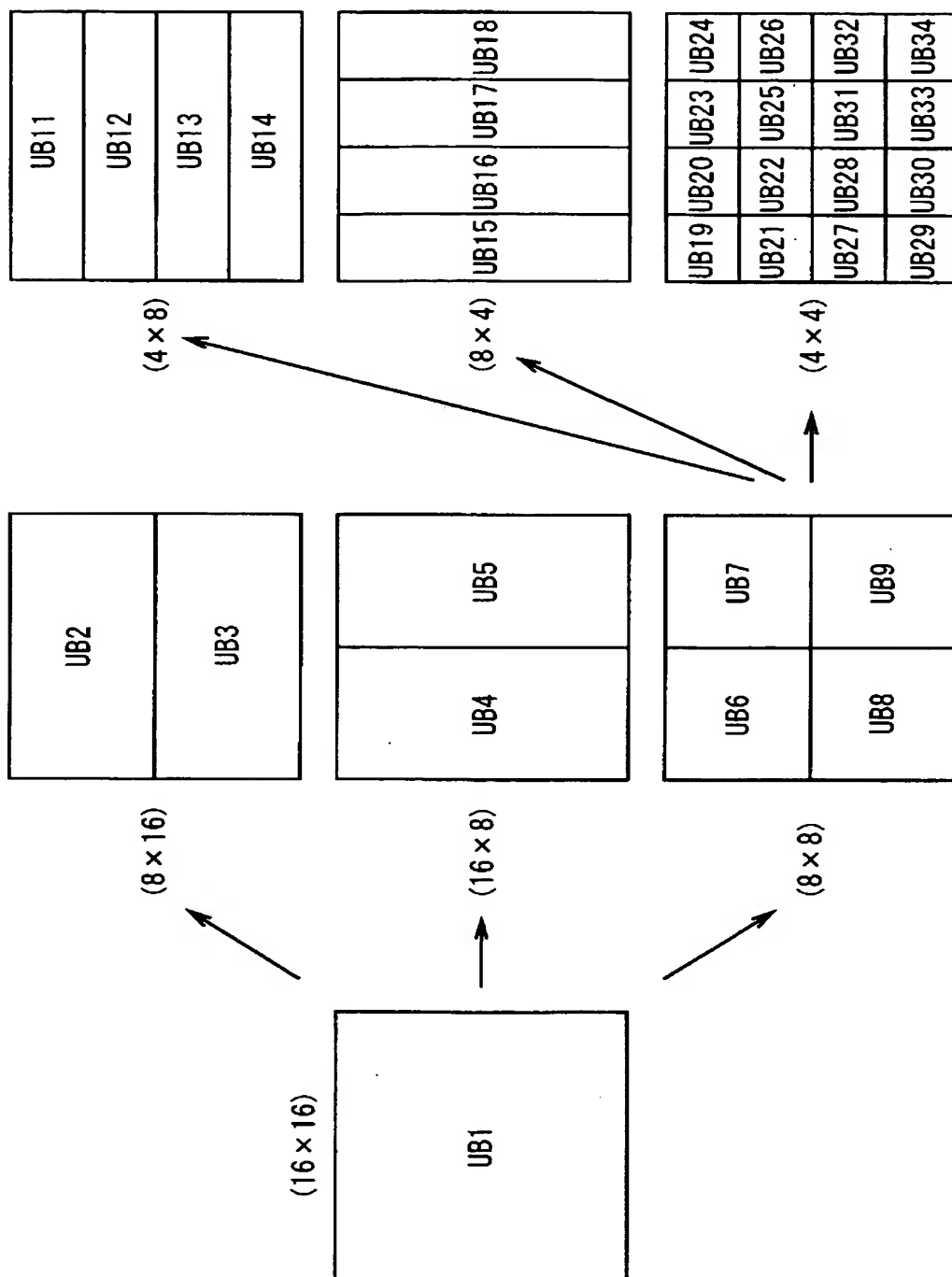


図 14 他の実施の形態における動きベクトルを求める順序

【図 1 5】

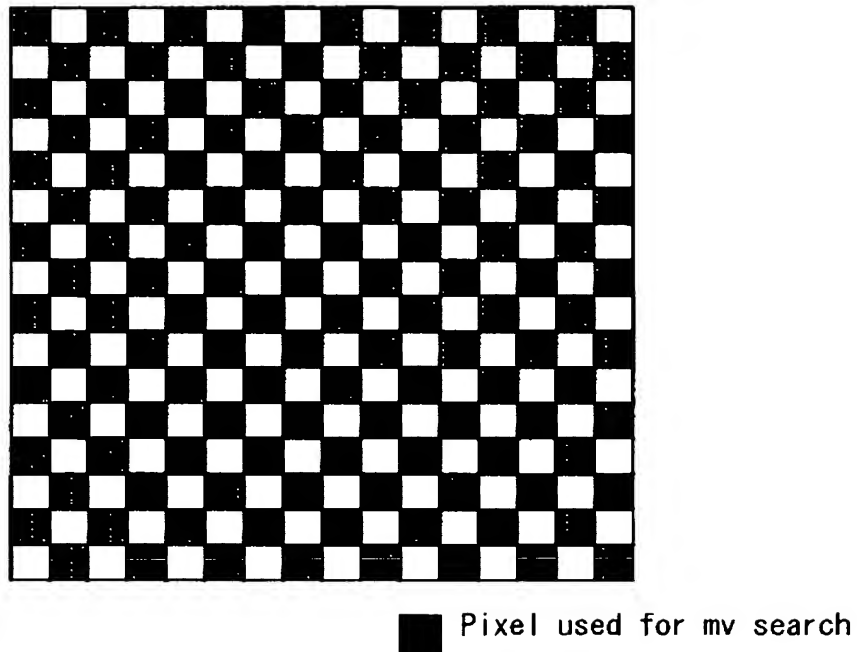


図 1 5 他の実施の形態におけるブロックマッチング

【図 16】

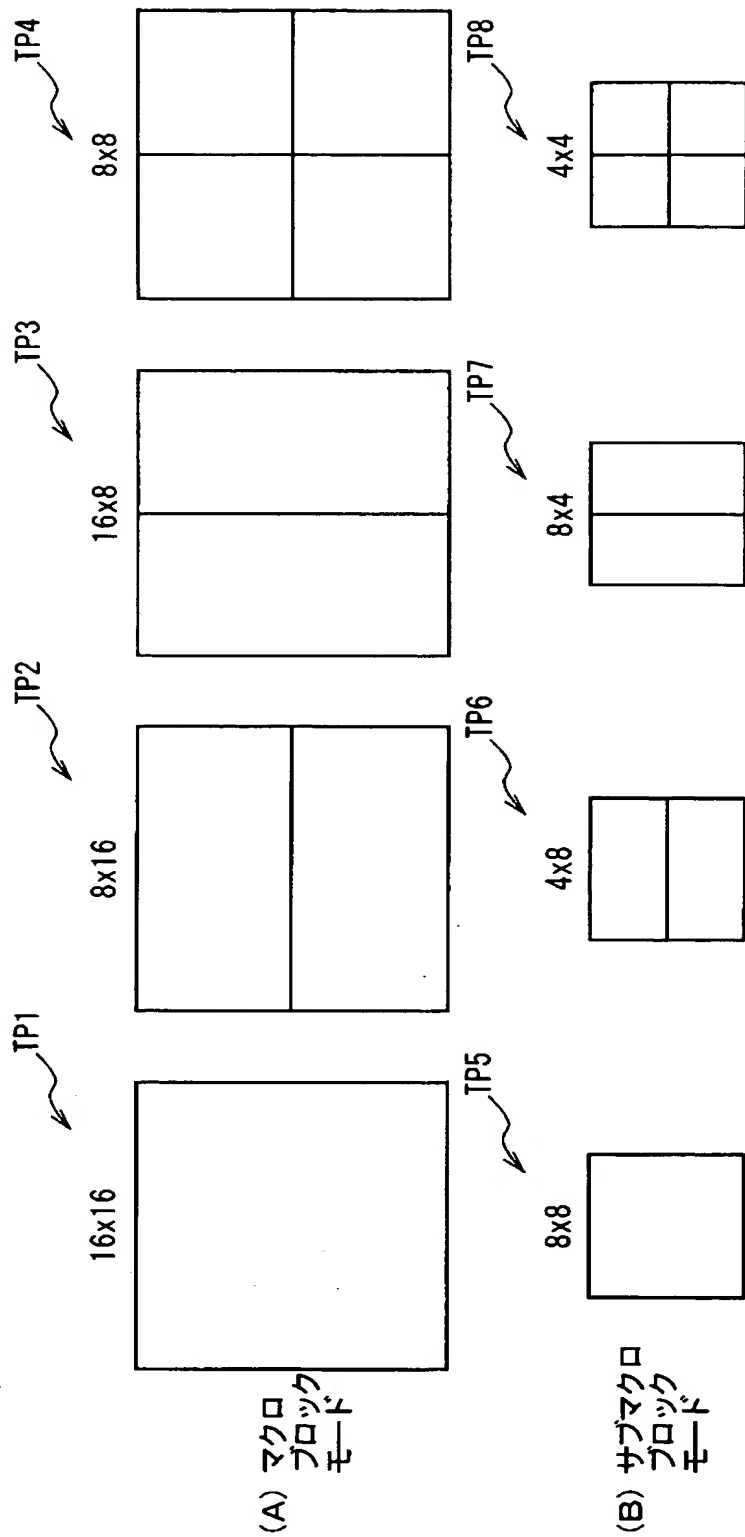


図 16 JVT 符号化方式に規定される動き補償ブロック

【図 17】

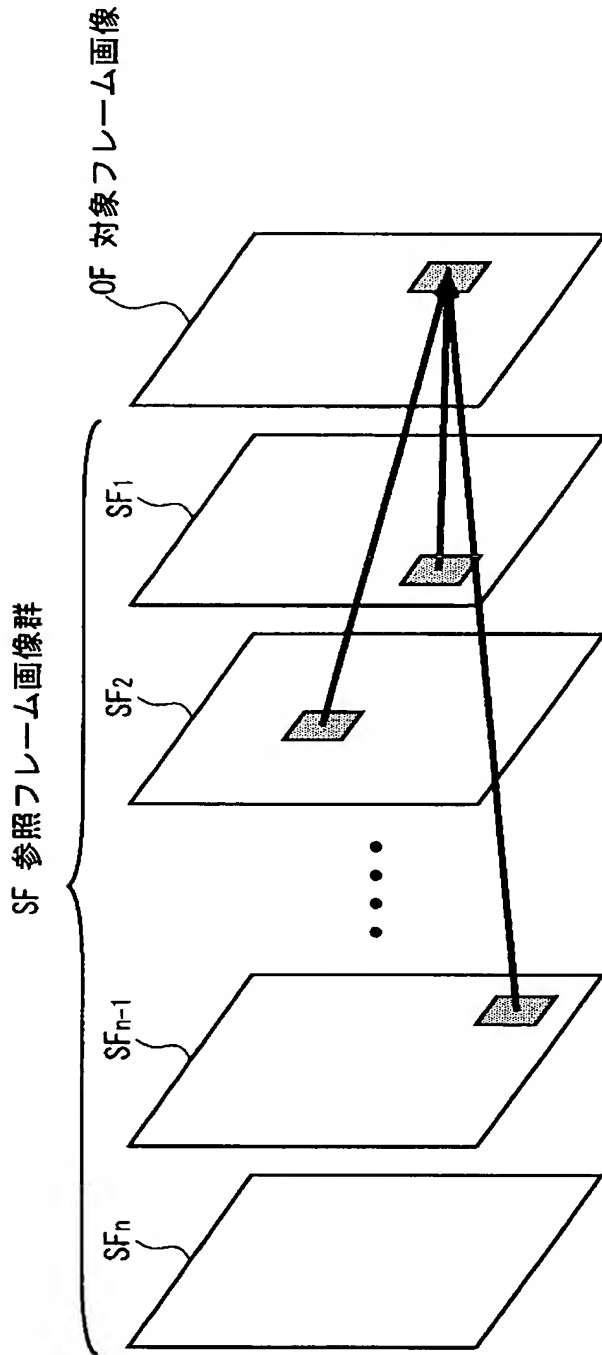


図 17 JVT 符号化方式に規定されるマルチファレンスフレーム

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

画質を極力低下させることなく符号化処理の処理負荷を低減する。

【解決手段】

本発明は、JVT符号化方式のように、動き補償ブロックの画素サイズを順次変更しながらマルチリファレンスフレームを用いて動き予測補償を行う際に、当該画素サイズのうち、最上位層とすべき最も大きい画素サイズでなる動き補償ブロックに基づいて縮小ブロックを生成して階層化した後、当該縮小ブロックの縮小率に対応してそれぞれ縮小された複数の縮小参照画像と縮小ブロックとに基づいて、各参照フレーム画像内における動きベクトルの探索範囲をそれぞれ決定し、当該決定された各探索範囲を用いて、動き補償ブロックの画素サイズを順次変更しながら最適な動きベクトルを検出することにより、当該各参照フレーム画像内において限られた探索範囲だけで動きベクトルを検出できる。

【選択図】 図8

特願 2 0 0 2 - 3 5 0 1 3 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社